

## **INTEGRASI SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER JARINGAN MODUL EVALUATION BOARD DSTINIm400**

R. Sumiharto

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Gadjah Mada*

*Sekip Utara PO BOX BLS.21 Yogyakarta 55281*

*Email: r\_sumiharto@ugm.ac.id*

### **ABSTRAK**

Telah diintegrasikan suatu sistem *Sensor Network* berbasis mikrokontroler jaringan dengan menggunakan mikrokontroler DSTINIm400 dan mikrokontroler Renesas. Mikrokontroler DSTINIm400 berlaku sebagai mikrokontroler yang mendukung teknologi jaringan seperti teknologi IPv4/IPv6 serta protokol TCP/IP. Mikrokontroler ini juga difungsikan sebagai server. Pemilihan tersebut didasarkan kepada kelebihan yang dimiliki oleh DSTINIm400 antara lain *compatible* dengan Intel 8051, *built-in network controller*, *built-in RTC*, kapasitas RAM dan ROM yang cukup besar, memiliki sistem operasi seperti Linux yang bernama Slush dan dapat diprogram menggunakan Java. Sensor suhu yang digunakan untuk pengamatan adalah sensor LM35, hasil dari pembacaan sensor tersebut diproses menggunakan mikrokontroler Renesas. Berdasarkan hasil pengujian untuk sistem ini mikrokontroler DSTINIm400 hanya mampu melayani 12 koneksi *client* secara bersamaan. Kemampuan untuk menyimpan data dalam file adalah sekitar 5 hari hingga 1 minggu tanpa pengosongan dengan maksimal 1 *client* pemantau. Jika untuk melayani 12 *client*, maka sistem hanya mampu menyimpan sekitar 1-2 hari.

**Kata-kata kunci:** mikrokontroler, DSTINIm400, *networking*, LM35

## **SENSOR NETWORK INTEGRATION USING MICROCONTROLLER NETWORK EVALUATION BOARD MODUL DSTINIm400**

### **ABSTRACT**

A network-microcontroller-based *Sensor Network* System has been integrated using a DSTINIm400 microcontroller and Renesas microcontroller. DSTINIm400 used as microcontroller that supports network technologies such as IPv4/IPv6 protocol and TCP / I. This microcontroller is also enabled as a server. The selection is based on the surplus that is owned by DSTINIm400, such as compatible with Intel 8051, a built-in network controller, a built-in RTC, RAM and ROM capacity are large enough, have an operating system such as Linux that can be called Slush and programmed using the Java. Temperature sensor that used for observation is a LM35 sensor, the results from the sensor readings are processed using the Renesas microcontroller. Based on the results of testing for this system microcontroller DSTINIm400 only able to serve 12 client connections simultaneously. The ability to save data in the file is about 5 days to 1 week without a drain with a maximum of 1 monitor client. If the system used to serve 12 client, it's only able to save about 1-2 days.

**Keywords:** microcontroller, DSTINIm400, *networking*, LM35

## I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, teknologi di bidang elektronika dan komputer berkembang dengan pesatnya. Perkembangan kedua teknologi tersebut semakin memudahkan pengguna. Dengan adanya kedua teknologi tersebut suatu perangkat elektronik dengan sistem konvensional (manual) bisa menjadi otomatis, hal tersebut memudahkan pengguna untuk pengoperasikannya. Salah satu bentuk perangkat elektronik yang banyak digunakan adalah *microcontroller*. Perkembangan sekarang menunjukkan bahwa banyak peralatan yang menggunakan *microcontroller* sebagai perangkat elektroniknya.

Jika *microcontroller* ditambahkan dengan teknologi komunikasi dan informasi, akan membuat berubahnya tren otomatisasi yang dulunya hanya bersifat otomatisasi lokal (dalam batasan wilayah) menjadi otomatisasi global (tidak terbatas) atau batasan wilayah menjadi bukan suatu kendala lagi. Untuk itu produsen-produsen semikonduktor mencoba menggabungkan teknologi *microcontroller* dan jaringan komputer, salah satu produsen yang mengembangkannya adalah Dallas Semiconductor dengan *microcontroller* DSTINIm400 yang mendukung teknologi jaringan. *Microcontroller* tersebut memiliki beberapa kelebihan diantaranya; memiliki ethernet controller, mendukung IPv4/IPv6, memiliki kapasitas RAM dan ROM yang lebih besar dan mempunyai sistem operasi yang tertanam.

*Microcontroller* selain digunakan sebagai pengendali/pengontrol otomatis juga dapat digunakan sebagai pemantau dari berbagai sinyal analog seperti suhu, tekanan kelembaban, dll. Dalam suatu dunia industri atau di pabrik menjaga kestabilan suatu suhu ruangan itu penting, sebagai contoh pabrik susu membutuhkan kestabilan suhu ruangan 20-25°C untuk menjaga kualitas susu bubuk. Sensor suhu yang dapat digunakan antara lain termokopel, sensor suhu semikonduktor seperti LM35, sensor suhu 1-Wire, dll. Jika suatu sistem pemantau/monitoring menggabungkan *microcontroller* dan jaringan akan memberikan beberapa manfaat antara lain; sistem tersebut menjadi otomatis sehingga penggunaan operator bisa direduksi atau bahkan ditiadakan. Selain itu untuk mengetahui hasil monitoring operator tidak perlu berada di tempat sistem tersebut berada, operator bisa melihat bahkan menyimpan data tersebut dari jauh. Semua hal itu dapat dilakukan dengan syarat *microcontroller* tersebut terhubung dengan jaringan atau mendukung teknologi jaringan.

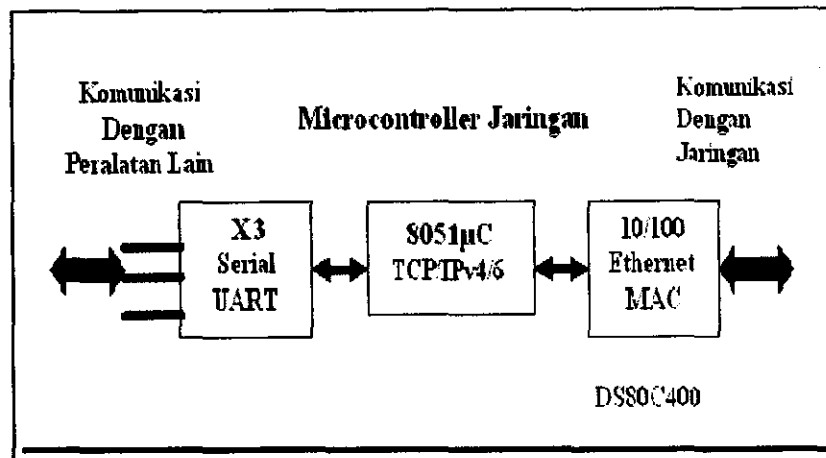
## II. MIKROKONTROLLER DSTINI<sub>m400</sub>

Dengan adanya teknologi komunikasi jaringan, ini dapat memudahkan proses transfer data dalam jumlah besar tetapi hal itu memerlukan keakuratan dan kerahasiaan data tersebut. Sedangkan teknologi *microcontroller* mempermudah suatu peralatan/mesin untuk dikendalikan. Jika teknologi jaringan dan teknologi *microcontroller* digabungkan maka bisa dibuat sebuah sistem otomatisasi yang tidak terbatas pada jarak, selain itu juga dapat mempermudah proses pengiriman data dari tempat pengukuran ke *user*. Untuk membangun sistem tersebut dibutuhkan suatu sistem *microcontroller* dan *ethernet controller*, *microcontroller* untuk memenuhi kebutuhan akan hal tersebut telah dibuat oleh para produsen chip. Mereka memproduksi *microcontroller* yang khusus digunakan untuk jaringan, misalnya *microcontroller* DS80C400 yang dikeluarkan oleh Maxim Dallas Semiconductor.

Maxim telah membuat modul *micro-controller* jaringan berbasis *microcontroller* DS80C400. Modul tersebut juga telah dilengkapi dengan sistem operasi. Jadi pada dasarnya jika ingin mengembangkan *microcontroller* jaringan berbasis DS80C400, minimum perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang disiapkan adalah:

1. TINI *hardware*, meliputi:
  - DS80C400 *networked microcontroller*
  - TINI<sub>m400</sub> *evaluation board*
  - TINI<sub>s400</sub> *socket board*
2. TINI *software*, meliputi:
  - *Development Platform*
  - *Software* untuk mengisi aplikasi TINI
  - *TINI Software Development Kit*

DS80C400 adalah *microcontroller* jaringan yang dikeluarkan oleh Maxim/Dallas Semiconductor dan termasuk dalam famili 8051. Dalam DS80C400 menyediakan 10/100 Ethernet MAC, tiga port serial, CAN 2.0 *controller*, 1-Wire dan 64 pin I/O.



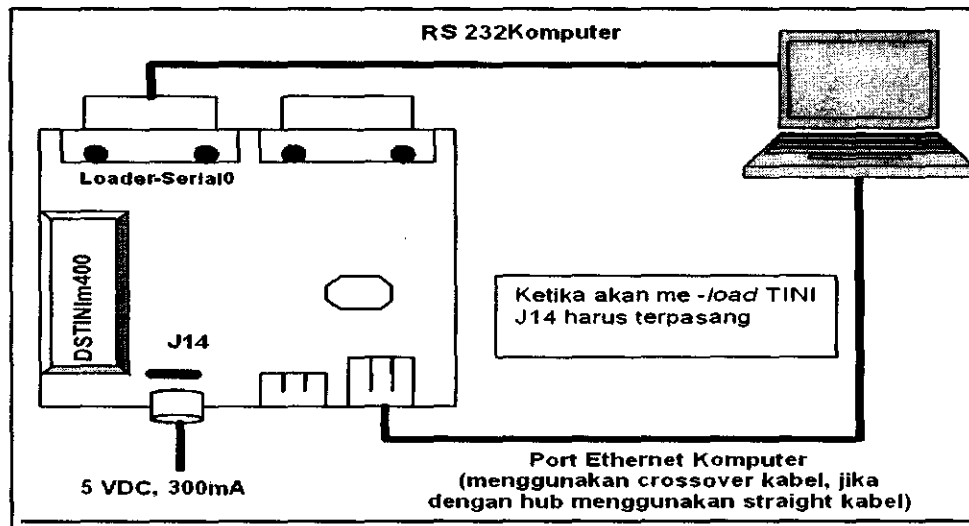
Gambar 1. Arsitektur *Microcontroller Jaringan* (Maxim, 2006).

Pada gambar 1 terlihat arsitektur dasar yang dimiliki DS80C400. *Microcontroller* ini memungkinkan untuk mengendalikan/memantau suatu sensor menggunakan jaringan ataupun serial, *microcontroller* ini juga mendukung IP4/6 dan mempunyai sistem operasi yang tertanam dalam ROM. Kemampuan jaringan yang tersedia pada DS80C400 mampu menangani sekitar 32 koneksi TCP secara bersamaan dan mampu mentransfer hingga 5Mbps.

Pada dasarnya jika ingin menggunakan *microcontroller* DS80C400 dibutuhkan board TINI model 400 (DSTINIm400) dan soket untuk DSTINIm400 (DSTINIs400). DSTINIm400 adalah evaluation board dari *microcontroller* untuk jaringan DS80C400. PCB DSTINIm400 didesain sebagai sebuah modul yang akan dihubungkan ke sebuah konektor 144pin SODIMM. Untuk lebih mendukung penggunaannya, dapat dihubungkan ke soket dari modul *evaluation board* DSTINIs400 yang memang merupakan pasangan dari DSTINIm400. Sangat dianjurkan bagi *user* untuk menggunakan DSTINIs400 sebagai soket penghubung dengan DSTINIm400, karena DSTINIs400 memang didesain untuk mengontrol DSTINIm400. DSTINIs400 adalah *board* soket yang didesain sebagai *board* “induk” untuk penggunaan DSTINIm400.

Modul DSTINIm400 (TINI) ini memerlukan *development platform* untuk menjembatani ke komputer untuk membuat, membangun dan mengisi aplikasi TINI. TINI ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa Java, jadi diperlukan JDK (*Java Developer's Kit*) dan *Runtime Environment*. *Runtime Environment* pada modul TINI

sering disebut *TINI Runtime Environment*, untuk meng-install *TINI Runtime Environment* dapat menggunakan *ethernet* dan/atau kabel serial.

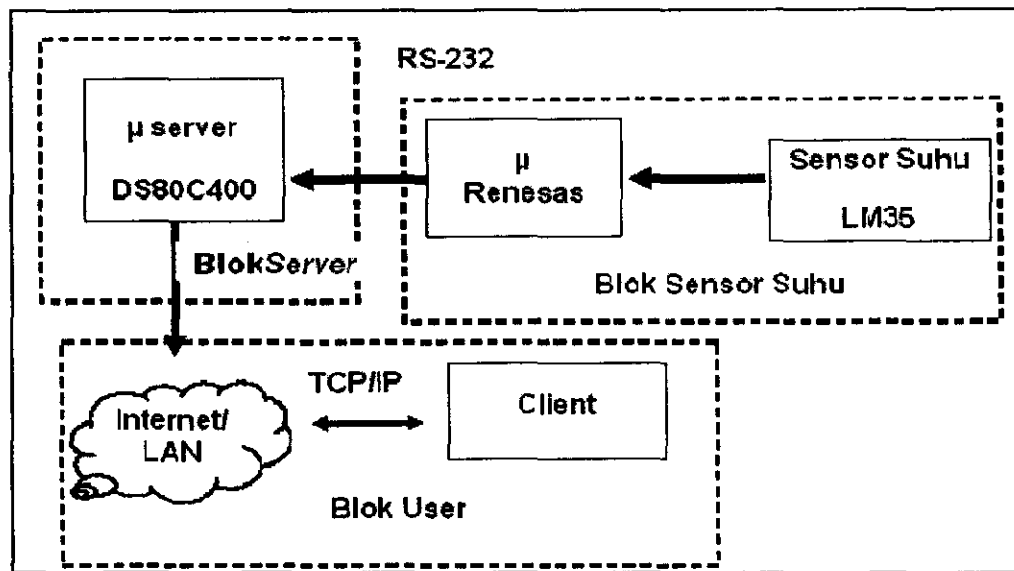


Gambar 2. Susunan *hardware* instalasi *TINI Runtime Environment* (Maxim, 2006).

Berdasarkan gambar 2 untuk me-loading *microcontroller* DS80C400 digunakan port serial sebagai perangkat keras tambahan. Pada *board* DSTINIm400 terdapat serial loader yang berfungsi untuk komunikasi dengan komputer. Kita memerlukan *software* yang digunakan sebagai antarmuka TINI dengan komputer sehingga memudahkan untuk meng-install *TINI Runtime Environment*. Dallas Semiconductor menyediakan 2 *software* antarmuka ke TINI yaitu, MTK (*Microcontroller Tool Kit*) dan JavaKit. Biasanya pengguna menggunakan MTK (*Microcontroller Tool Kit*) sebagai *software* untuk antarmuka ke TINI. Kita mengembangkan aplikasi TINI dengan Java oleh karena itu diperlukan TINI SDK (*TINI Software Development Kit*).

### III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Perancangan perangkat keras yang digunakan. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari sebuah modul *microcontroller* jaringan (DStinim400) sebagai *server*, komputer sebagai *client*, sebuah *microcontroller* Renesas, dan sebuah sensor suhu. Diagram blok dari sistem ditunjukkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Blok diagram sistem pemantauan suhu.

Pada perancangan perangkat lunak, yang dilakukan adalah membuat program *server* dan program *client*. Pada perancangan program *server* terdapat 1 program utama dan 4 program pendukung (subsistem *server*) yaitu, program komunikasi TCP, program TCP *thread*, program serial *listener* dan program untuk *logger*. Secara garis besar ketika program WebServer berjalan maka hanya akan melakukan dua hal, yaitu: menyiapkan komunikasi untuk HTTPServer dan memulai komunikasi secara TCP.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menguji blok sensor suhu secara program bisa dilakukan dengan menggunakan komunikasi serial dengan komputer. Perangkat lunak yang digunakan adalah RS232 terminal kemudian menentukan baud rate dan com yang akan digunakan. Apabila komunikasi tersebut berjalan dengan baik maka akan ditampilkan data hasil pembacaan sensor suhu pada blok *receive bytes*.

Untuk pengujian blok sensor suhu, yang pertama diaktifkan adalah program untuk mengaktifkan layanan HTTPServer yaitu **WebServer.tini**, kemudian program untuk mempersiapkan komunikasi yaitu **TCPServer.tini**. Setelah *server* aktif maka siap melakukan pembacaan data hasil sensor suhu.

Proses pembacaan data *server* melalui serial dilakukan secara terus menerus dengan jeda 1 detik sedangkan untuk proses penyimpanan data hasil ke file temp.log dilakukan tiap 1 menit. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dapat untuk menyimpan data selama 42 jam dengan penyimpanan setiap 1 menit masih bisa dilakukan. Telah dilakukan percobaan untuk mengetahui besarnya kemampuan untuk menyimpan data ke dalam file, bentuk percobaan tersebut adalah:

1. Proses penyimpanan selama 1 jam dengan kondisi hanya ada satu client yang memantau. Maka sekitar 4 hari sampai 1 minggu dapat dilakukan penyimpanan.
2. Proses penyimpanan selama 2 jam dengan kondisi terdapat 12 client melakukan pemantauan. Maka hanya mampu menyimpan 1-2 hari.

Pada tabel 1 ditunjukkan hasil percobaan yang dilakukan.

Tabel 1 Perbandingan penyimpanan data dengan koneksi client.

Client	Sisa RAM	Keterangan
1	652416	Dengan 12 client yang terkoneksi proses penyimpanan hanya bisa dilakukan sekitar 12 jam. Sedangkan jika untuk koneksi 1 client proses penyimpanan bisa sekitar 5 hari hingga 1 minggu, tergantung kestabilan sistem yang dibuat.
4	500768	
8	422336	
12	339424	
Sebelum diisi program	856800	
Sesudah diisi program	831616	

Untuk mengatasi persoalan tersebut dapat dilakukan 2 cara:

1. Menambah memori menggunakan *compact flash* dengan menggunakan antarmuka SPI.
2. Membuat sebuah sistem *database server*, dengan membuat kode tambahan untuk koneksi ke TINI server, kemudian *grabbing* datanya untuk disimpan ke *database server* PC.

## V. KESIMPULAN

1. *Microcontroller* DSTINIm400 berbasis microcontroller DS80C400 dapat digunakan sebagai *web server* untuk mengimplementasikan suatu sistem pemantau suhu.

2. *Microcontroller* DSTINIm400 ini mempunyai keunggulan adanya sistem operasi bernama slush yang telah tertanam pada *microcontroller* DS80C400 dan sistem operasi tersebut mirip seperti kernel Linux.
3. *Microcontroller* DSTINIm400 ini juga mempunyai keunggulan adanya fasilitas untuk memprogram tidak hanya menggunakan bahasa pemrograman Java tetapi juga bahasa C dan Assembler.
4. *Microcontroller* DSTINIm400 ini memberikan dukungan untuk fasilitas menyimpan suatu data hasil dalam bentuk file. Isi dari file tersebut dapat didownload via ftp ataupun secara serial.
5. *Microcontroller* DSTINIm400 untuk sistem yang dibuat hanya mampu melayani maksimal 12 koneksi client secara bersamaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Maxim-a, 2002, *APPLICATION NOTE 198: Networked Temperature Monitoring* Dallas Semiconductor, Sunnyvale.
- Maxim-c, 2003, *APPLICATION NOTE 3552: Low-Cost Controller Includes Integrated Web Access*, Dallas Semiconductor, Sunnyvale.
- Maxim-d, 2006, *DS80C400 Network Microcontroller*, Dallas Semiconductor, Sunnyvale.
- Maxim-e, 2006, *DSTINIm400 Networked Microcontroller Evaluation Board* Dallas Semiconductor, Sunnyvale.
- Maxim-f, 2006, *DSTINIs400/DSTINIs-00x Sockets Evaluation Board*, Dallas Semiconductor, Sunnyvale.
- Maxim-g, 2006, *Getting Started with TINI*, Dallas Semiconductor, Sunnyvale.
- Nalwan, P. A, 2006, *DST – R8C V3.0*, Delta Electronic, Surabaya.
- Purbo, O. W, Basalamah, Adnan, Fahmi, Ismail, Husni. T, dan Achmad, 1998, *Buku Pintar Internet TCP/IP*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Renesas, 2005, *R8C/13 Group Single-Chip 16-Bit CMOS Microcomputer*, Jepang, <http://www.Renesas.com/>, diakses terakhir tanggal 15 Mei 2007.



## **SISTEM PENGUKUR SUHU TERKOMPUTERISASI MENGUNAKAN SENSOR LM335 DAN ADC 0804**

Bambang Murdaka Eka Jati, dan Subadri  
*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

### **ABSTRAK**

Telah dibuat sistem pengukur suhu berbasis LM335 dan ADC 0804 yang kemudian mengujinya sehingga hasil pengukurannya mendekati hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan termometer. Perangkat lunak yang digunakan untuk menangani sistem tersebut dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7.0. Pengukuran dilakukan dalam air dengan suhu mulai dari 0°C sampai 100°C. Suhu yang terukur ditampilkan melalui monitor. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa suhu yang terukur menggunakan sensor suhu LM335 mendekati hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan termometer batang.

**Kata-kata kunci:** Suhu, LM 335, ADC 0804, Delphi 7.0.

## **COMPUTERIZED TEMPERATURE METER SYSTEM USING LM335 SENSOR AND ADC 0804**

### **ABSTRACT**

*The construction of temperature meter system based on LM335 and ADC 0804 has been made and examined. The result of temperature measurement by the system is adjacent to the measurement result by a thermometer. Delphi 7.0 was used to build software for handling the system. The measurement was done in the water with temperature of 0°C to 100°C. The measured temperature was displayed on monitor. The result shows that the measured temperature by LM335 temperature sensor closes to the measurement result by the stem thermometer.*

**Keywords:** Temperature, LM 335, ADC 0804, Delphi 7.0

## I. PENDAHULUAN

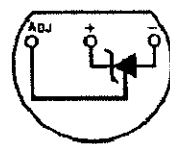
Proses pengolahan data telah lama dilakukan oleh manusia. Manusia juga menemukan alat-alat mekanik dan elektronik untuk membantu dalam penghitungan dan pengolahan data supaya bisa mendapatkan hasil lebih cepat. Perkembangan semikonduktor memungkinkan penggabungan beberapa komponen elektronika seperti transistor dalam satu rangkaian berupa *IC (integrated circuit)*. Keberadaan *IC* juga mempengaruhi perkembangan alat-alat ukur yang ada saat ini. Misalnya saja, sebelum muncul *IC* pengukuran suhu benda menggunakan termometer batang baik yang berisi air raksa atau pun alkohol. Tuntutan akan efisiensi dan efektifitas waktu membutuhkan alat ukur yang mampu bekerja secara berkelanjutan. Alat ukur itu harus mampu melakukan pengukuran tanpa harus berada di dekat obyek yang diukur. Selain itu, dengan cara ini kebutuhan akan data ukur yang bisa didokumentasikan dengan mudah. Berdasar alasan di atas maka peneliti kemudian mempertimbangkan penggunaan *IC* sebagai sensor yang dapat menggantikan alat ukur tersebut. Penggunaan sensor berupa *IC* memungkinkan data yang terukur bisa diproses melalui komputer.

Penelitian ini ditujukan untuk dapat membuat alat ukur suhu terkomputerisasi. Alat itu menggunakan sensor suhu *LM 335*, dan menggunakan bahasa pemrograman *Delphi 7.0* (Sudono, 2004). Selanjutnya alat itu dikalibrasi dengan termometer batang pada kawasan suhu 0 sampai 100°C. Faedah dari keluaran penelitian ini, dapat mengoptimalkan fungsi komputer dan nilai ukur itu dapat disimpan pada cakram.

## II. TEORI

### Sensor Suhu *LM335*

Piranti atau sensor ini adalah *LM 335* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



(a)



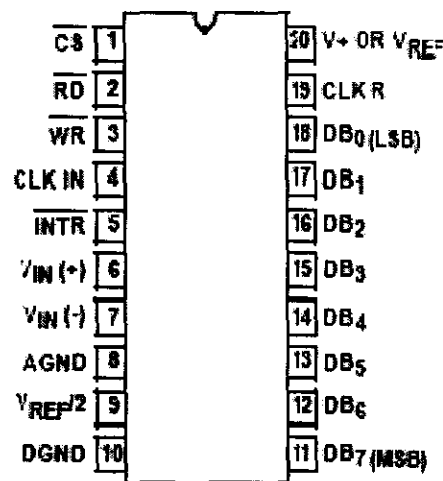
(b)

Gambar 1.(a) Letak pin *IC LM335* (tampak bawah); (b) Sensor Suhu *IC LM335* ([www.national.com](http://www.national.com))

LM 335 memiliki karakteristik sebagai berikut: mudah dikalibrasi ke dalam celcius; memiliki faktor skala linear  $+10.0 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ ; memiliki ketepatan  $0,5^\circ\text{C}$  pada suhu  $+25^\circ\text{C}$ ; jangkauan maksimal suhu antara  $-55^\circ$  sampai  $+150^\circ\text{C}$ ; cocok untuk aplikasi jarak jauh; harga yang cukup murah; bekerja pada tegangan catu 4 sampai 30 Volt; ([www.national.com](http://www.national.com)).

### Pengubah Analog ke Digital ADC0804

Salah satu komponen penting dalam sistem akuisisi data adalah pengubah besaran analog ke digital atau disebut juga *ADC (Analog to Digital Converter)*. Pengubah ini sifatnya mengubah besaran-besaran analog menjadi bilangan-bilangan digital sehingga bisa diproses oleh komputer.



Gambar 2. Letak pin-pin ADC0804 (*National Semikonduktor, 2000*).

Konverter ADC 0804 (Gambar 2) yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai 4 spesifikasi berikut ([www.national.com](http://www.national.com)).

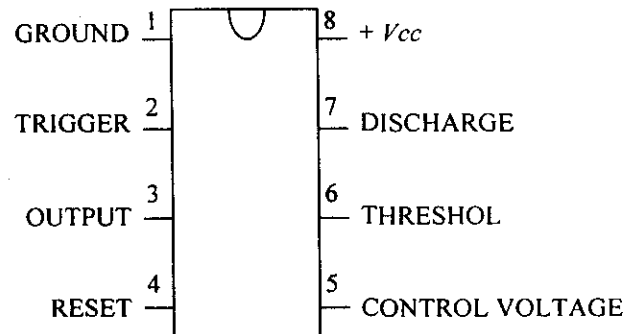
- Memiliki 2 masukan analog:  $V_{in}(+)$  dan  $V_{in}(-)$  sehingga memperbolehkan masukan selisih (diferensial). Dengan kata lain, tegangan masukan analog yang sebenarnya adalah selisih dari masukan kedua pin (analog  $V_{in} = V_{in}(+) - V_{in}(-)$ ). Jika hanya satu masukan maka  $V_{in}(-)$  dihubungkan ke *ground*. Pada operasi normal, ADC

menggunakan  $V_{cc} = +5V$  sebagai tegangan referensi, dan masukan analog memiliki jangkauan dari 0 sampai 5 V pada skala penuh.

- b. Mengubah tegangan analog menjadi keluaran digital 8 *bit*. Sehingga resolusinya adalah  $5V/255 = 19.6\text{ mV}$ .
- c. Memiliki pembangkit detak (*clock*) internal yang menghasilkan frekuensi  $f=1/(1,1RC)$ , dengan  $R$  dan  $C$  adalah komponen eksternal.
- d. Memiliki koneksi *ground* yang berbeda antara tegangan digital dan analog. Kaki 8 adalah *ground* analog. Pin 10 adalah *ground* digital.

### 2.3 IC LM555

IC timer 555 (Gambar 3) memberi solusi praktis dan relatif murah untuk berbagai aplikasi elektronik yang berkenaan dengan pewaktuan (*timing*). Terutama dua aplikasinya yang paling populer adalah rangkaian pewaktu *monostable* dan osilator *astable*.



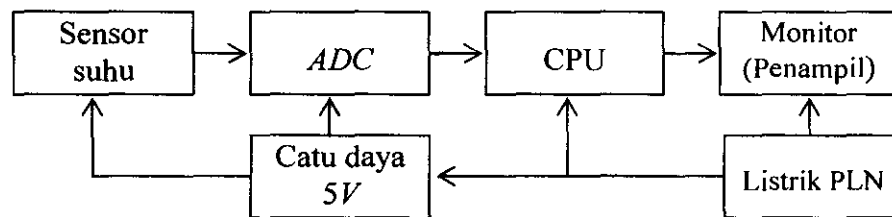
Gambar 3. Pin-pin IC LM555.

Prinsip kerja komponen jenis ini tidak berubah hingga kini, namun masing-masing pabrikan membuatnya dengan desain IC dan teknologi yang berbeda-beda. Walaupun namanya berbeda-beda, tetapi fungsi dan pin diagramnya saling kompatibel satu dengan yang lainnya (*functional and pin to pin compatible*). Hanya saja ada beberapa karakteristik spesifik yang berbeda misalnya konsumsi daya, frekuensi maksimum dan sebagainya. Spesifikasi lebih detail biasanya dicantumkan pada *datasheet* masing-masing pabrikan.

### III. METODE

#### Bahan dan Alat Penelitian

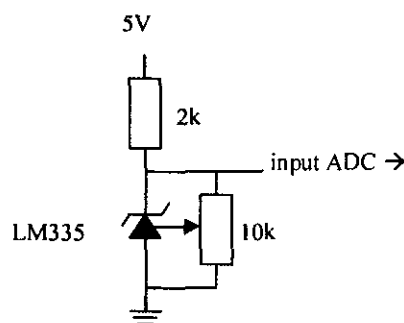
Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa sistem yang saling mendukung. Sistem-sistem tersebut tergabung menjadi satu seperti terlihat dalam blok diagram sistem (Gambar 4). Bagan gambar 4 memperlihatkan bahwa semua sistem memerlukan tegangan listrik untuk beroperasi. *Central Processing Unit (CPU)*, Monitor dan Catu daya 5V mendapat suplai tegangan 220V dari listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara). Tegangan listrik 220V dari PLN diubah menjadi tegangan DC (*Direct Current*) 5V untuk menyuplai tegangan pada sistem sensor suhu (LM 335) dan sistem ADC.



Gambar 4. Blok diagram sistem.

#### Sistem Sensor

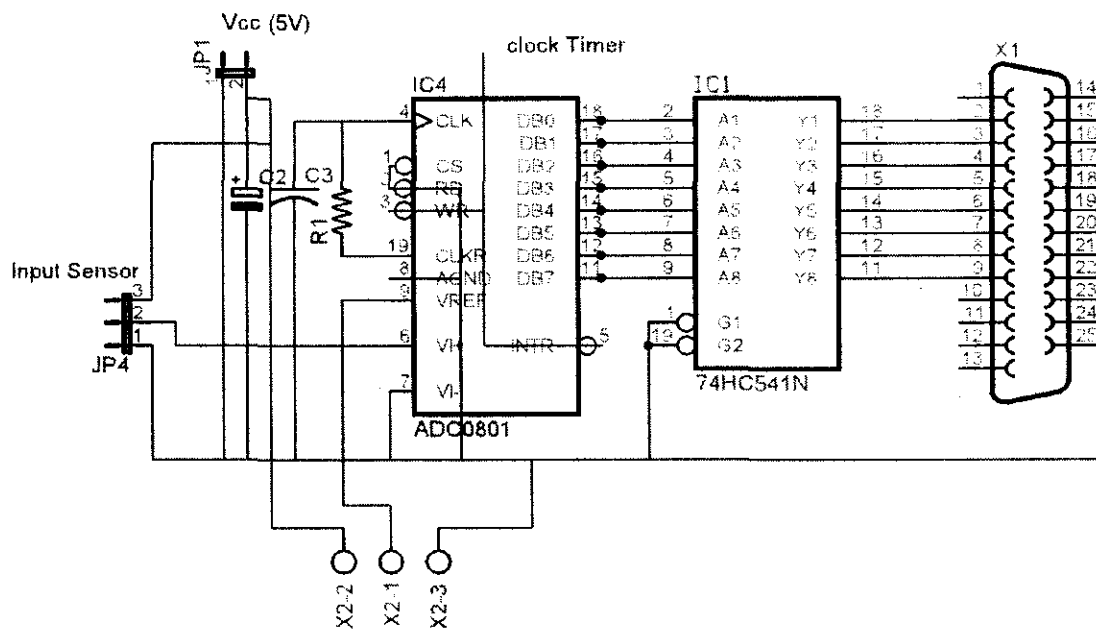
Potensiometer 10 kohm dalam rangkaian sistem sensor (Gambar 5) berfungsi sebagai kalibrator sensor LM335. Kalibrasi yang dilakukan adalah dengan mengatur keluaran tegangan sensor LM335 sebesar 2,982 V pada saat suhu lingkungan sekitar sensor tersebut 25°C. Pada keadaan ini sensor memiliki ketepatan pembacaan 0,5°C, sehingga hasil pengukuran lebih linear.



Gambar 5. Bagan rangkaian sistem sensor.

### Sistem ADC

Sistem *ADC* (Gambar 6) dalam penelitian ini menggunakan *ADC0804* produksi *National Semiconductor* sebagai komponen pengubah sinyal analog ke digital. *ADC0804* ini merupakan *ADC* dengan keluaran 8-bit dan waktu konversi 100  $\mu$ s. Penelitian ini menggunakan tegangan 5V sebagai tegangan referensi pada *ADC 0804*, sehingga tegangan resolusi yang dimiliki *ADC0804* ini adalah sebesar  $5V/255 = 19,6$  mV. *ADC* ini menggunakan mode *free-running* yaitu dengan menghubungkan pin *CS* dan *RD* ke *ground*.



Gambar 6. Skema sistem *ADC*.

Sinyal mulai konversi pada *WR* (pin 3). Untuk memulai suatu konversi, *CS* harus rendah. Bilamana *WR* menjadi rendah, konverter akan mengalami *reset*, dan ketika *WR* kembali kepada keadaan *high*, konversi segera dimulai. Konversi detak konverter harus terletak dalam daerah frekuensi 100 sampai 800 kHz. *CLK IN* (pin 4) dapat diturunkan dari detak sistem *timer*. Pin 5 adalah saluran yang digunakan untuk *INTR*, sinyal selesai konversi. *INTR* akan menjadi tinggi pada saat memulai konversi, dan akan aktif rendah bila konversi telah selesai.

Pin 6 dan 7 adalah masukan diferensial bagi sinyal analog. ADC ini mempunyai dua *ground*, *A GND* (pin 8) dan *D GND* (pin10). Kedua pin ini harus dihubungkan dengan *ground*. Pin 20 harus dihubungkan dengan catu daya +5V. Pada ADC0804 menggunakan tegangan referensi yang digunakan untuk *offset* suatu keluaran digital maksimum. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{in} = \frac{1}{2} \frac{V_{in \max}}{255} \quad (1)$$

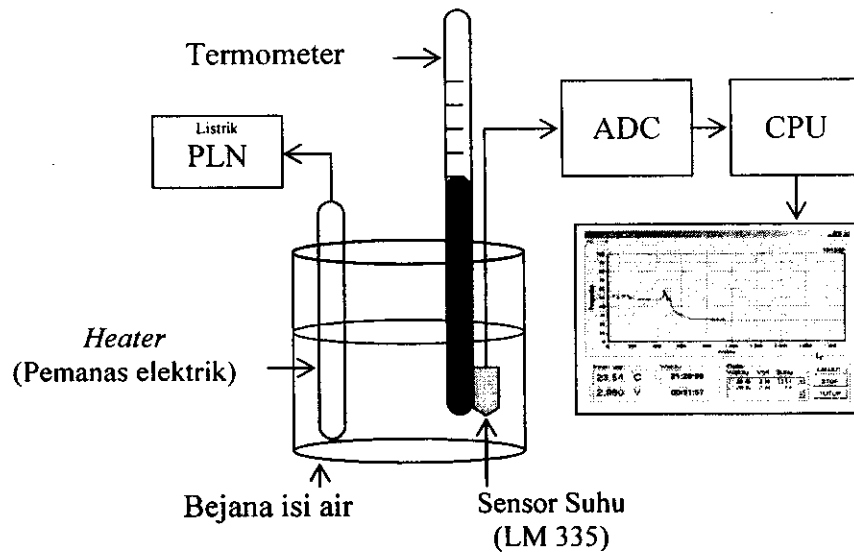
$$V_{\text{resolusi}} = \frac{V_{in \max}}{255} \quad (2)$$

Ketika kita menginginkan tegangan masukan analog maksimum sebesar 5V, maka tegangan referensi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$V_{in} = \frac{1}{2} \times 5V; V_{\text{referensi}} = 2,5V \quad (3)$$

### Tata Cara Penelitian

Pengukuran dilakukan dalam sebuah gelas berisi air. Ujung termometer batang dan sensor suhu LM335 diikatkan dengan sebuah selotip, sehingga posisi ujung termometer batang dengan sensor LM335 terletak berdekatan. Maksud dari perlakuan ini adalah supaya suhu lingkungan yang diterima oleh termometer batang dengan sensor LM335 adalah sama. Sebelum melakukan perbandingan, sensor LM335 dikalibrasi terlebih dahulu, yaitu dengan mencocokkan tegangan yang terbaca pada tampilan program dengan termometer batang. Suhu yang tertampil dalam program diset pada tegangan 2,982V dengan menggunakan potensiometer yang terdapat pada rangkaian ketika termometer batang menunjuk suhu 25°C. Suhu yang digunakan untuk pengamatan ini dimulai dari suhu yang rendah sampai ke suhu yang tinggi yaitu pada suhu 5°C kemudian naik terus sampai suhu 95°C. Untuk membuat suhu yang dingin dalam gelas tersebut peneliti menggunakan es sebagai bahan untuk mendinginkan air, sedangkan untuk menaikkan suhu dalam gelas tersebut, peneliti menggunakan *heater* (pemanas elektrik) yang dimasukkan dalam gelas tersebut (Gambar 7).

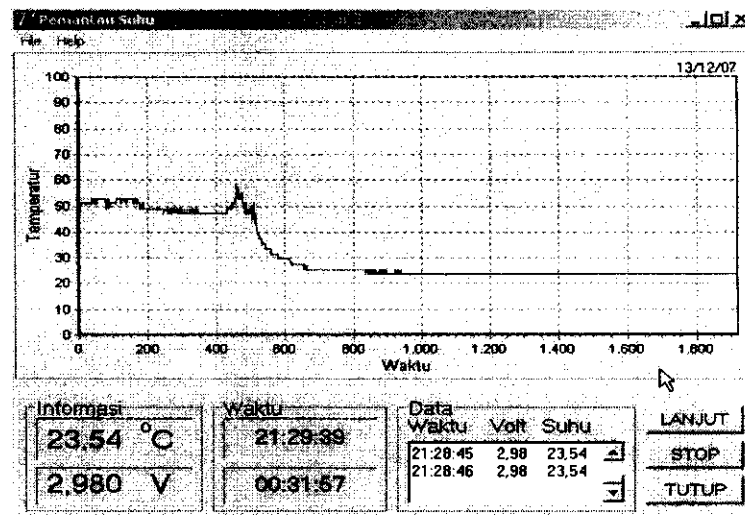


Gambar 7. Skema penelitian.

#### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### Tampilan Program

Gambar 8 memperlihatkan tampilan program komputer yang digunakan untuk *menghandle* alat pemantau suhu yang telah dibuat.



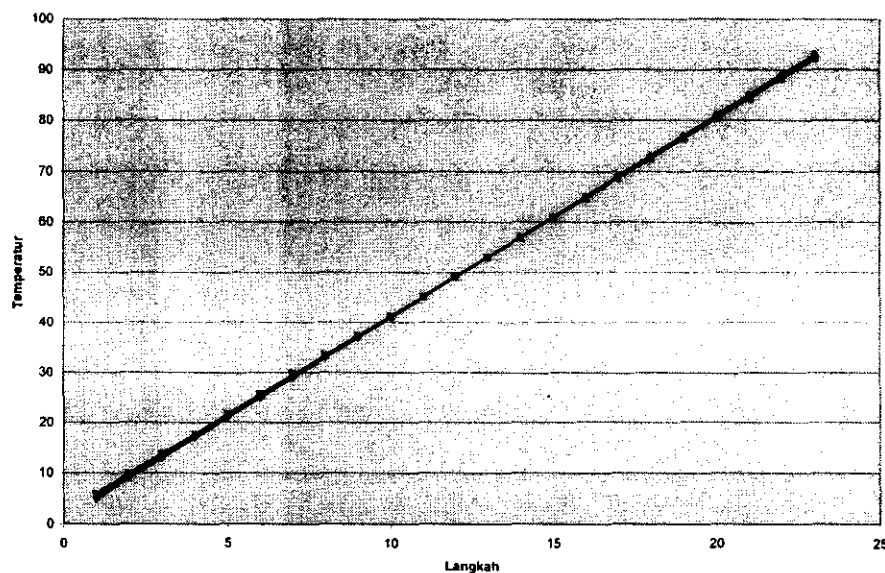
Gambar 8. Tampilan program.



Program komputer tersebut menampilkan beberapa informasi yang terkait dengan pengukuran suhu.

### Hasil Pengujian Ketelitian Alat

Gambar 9 memperlihatkan grafik hasil yang telah dikerjakan, data ukur disajikan pada table dalam lampiran.



Gambar 9. Grafik perbandingan pengukuran thermometer batang dengan LM335.

Berikutnya dari Gambar 9, diperoleh hasil perhitungan  $\bar{x} = 1,015806$ ; dan  $\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0,041068$ . Mengacu hitung teori ralat (Purwadi, 2001) maka diperoleh:

$$\Delta s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,041068}{23(23-1)}} = 0,009009 \sim 0,01.$$

Berarti sensor LM335 yang digunakan mempunyai tingkat ketelitian adalah 100% – 0,01% atau 99,99%. Tingkat ketelitian itu berlaku pada kawasan ukur 0°C – 100°C. Artinya, sensor LM335 yang digunakan dalam penelitian ini bisa dipakai sebagai alat ukur suhu seperti halnya termometer batang.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Alat pemantau suhu terkomputerisasi menggunakan sensor *LM335* mampu menghasilkan perubahan tegangan yang sebanding dengan perubahan suhu.
2. Perangkat lunak yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman *Delphi 7.0* mampu menampilkan suhu mendekati sebenarnya dan mencatat serta menyimpan hasil pengukuran.
3. Hasil pengukuran suhu menggunakan sensor *LM335* mempunyai tingkat ketelitian 99,99% dengan termometer batang sebagai patokan.

Adapun saran-saran yang diperlukan untuk adalah:

1. Perlu adanya perbaikan desain model alat supaya dapat digunakan lebih *fleksible* (gambar 10).
2. Perlu adanya perbaikan dan penambahan fitur-fitur pada perangkat lunak sehingga bisa lebih menambah kemudahan dalam proses pengukuran suhu terkomputerisasi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih kepada Pengurus Jurusan Fisika, FMIPA UGM yang telah membiayai penulisan naskah ini melalui Workshop Penulisan Paper pada 27 – 29 Maret 2009 di Tawang Mangu Surakarta. Selain itu, juga penulis ucapkan kepada Sdr. Junadi dan Sdr. Sriyanto atas bantuan set-up alat dan bantuan sarana eksperimen.

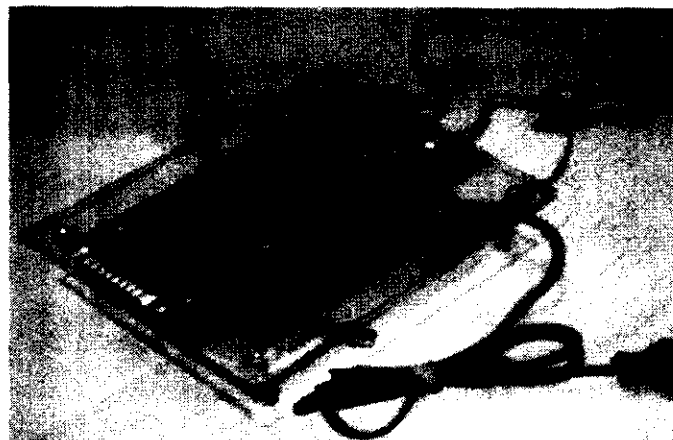
## DAFTAR PUSTAKA

Purwadi, B., 2001, *Panduan Praktikum Fisika Dasar*, Laboratorium Fisika Dasar FMIPA UGM, Yogyakarta.

Sudono, A., 2004, *Memfaatkan Port Printer Komputer Menggunakan Delphi*, Smart Books, Semarang.

<http://www.logix4u.net/inpout32.htm>, akses 21 April 2007.

[www.national.com](http://www.national.com), akses 14 Februari 2007.

**LAMPIRAN**

Gambar 10. Foto alat penelitian yang dibuat.

**Tabel Hasil Pengukuran**

No	Termometer (T) (°C)	LM335 (X) (°C)	$x_i = X/T$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	5,0	5,9	1,180	0,164	0,02696
2	9,0	9,8	1,089	0,073	0,00534
3	13,0	13,7	1,054	0,038	0,00145
4	17,0	17,7	1,041	0,025	0,00064
5	21,0	21,6	1,029	0,013	0,00016
6	25,0	25,5	1,020	0,004	0,00002
7	29,0	28,8	0,993	-0,023	0,00052
8	33,0	33,3	1,009	-0,007	0,00005
9	37,0	37,3	1,008	-0,008	0,00006
10	41,0	41,2	1,005	-0,011	0,00012
11	45,0	45,1	1,002	-0,014	0,00018
12	49,0	49,0	1,000	-0,016	0,00025
13	53,0	52,9	0,998	-0,018	0,00031
14	57,0	56,9	0,998	-0,018	0,00031
15	61,0	60,8	0,997	-0,019	0,00036
16	65,0	64,7	0,995	-0,020	0,00042
17	69,0	68,6	0,994	-0,022	0,00047
18	75,0	74,5	0,993	-0,022	0,00051
19	79,0	78,4	0,992	-0,023	0,00055
20	83,0	82,3	0,992	-0,024	0,00059
21	87,0	86,3	0,992	-0,024	0,00057
22	91,0	90,2	0,991	-0,025	0,00061
23	95,0	94,1	0,991	-0,025	0,00064